



POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Il Building Information Modeling tra ricerca, didattica e professione

Original

Il Building Information Modeling tra ricerca, didattica e professione / Lo Turco M.. - In: DISEGNARE CON.... - ISSN 1828-5961. - ELETTRONICO. - 4:7(2011), pp. 42-51.

Availability:

This version is available at: 11583/2456581 since:

Publisher:

DAPT-Dipartimento di Architettura e Pianificazione Territoriale. Università di Bologna

Published

DOI:

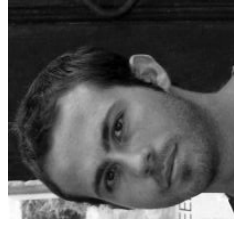
Terms of use:

openAccess

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)



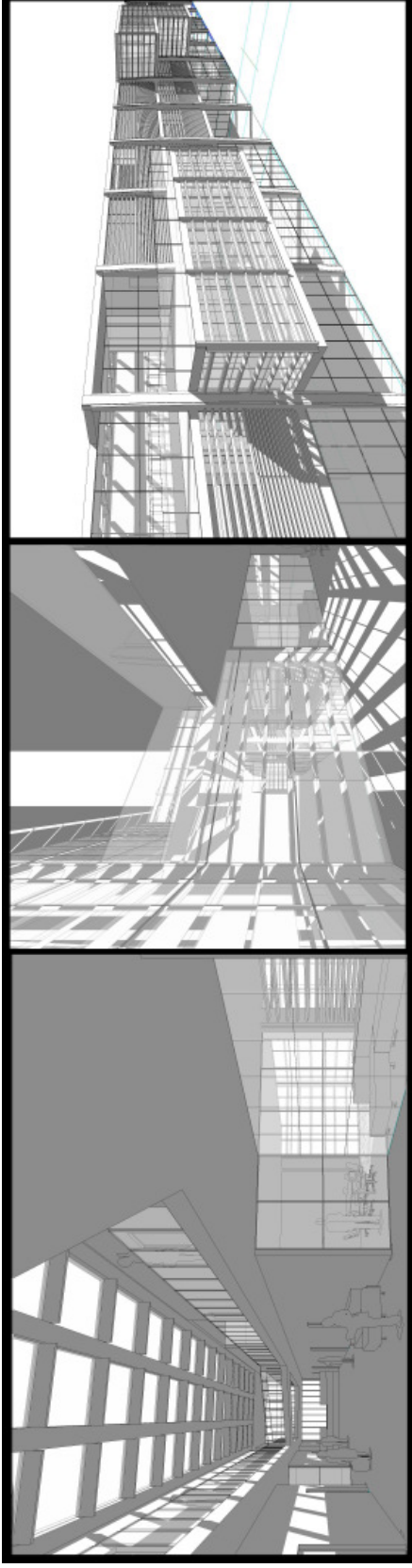
Massimiliano Lo Turco

Ingegnere e architetto, (1977) dottore di ricerca, collaboratore presso il Dip. di Ingegneria dei Sistemi Edilizi e Territoriali e docente a contratto presso la Facoltà di Architettura, Politecnico di Torino. Dal 2008 è consulente presso il Servizio Edilizia del medesimo Ateneo per lo sviluppo di progetti in ambiente BIM.

Il Building Information Modeling tra ricerca, didattica e professionale *Building Information Modeling between research, teaching and professional*

In un momento in cui la pratica professionale richiede sempre più specifiche competenze e tempistiche estremamente serrate, si palesa la tendenza a orientare le tecnologie software verso un loro utilizzo più consapevole, nella continua ricerca di strategie procedurali per l'utilizzo di piattaforme condivise. Il presente contributo intende tracciare un quadro sintetico circa la potenzialità delle nuove frontiere del disegno di progetto informatizzato - il disegno parametrico - attraverso la descrizione di recenti sperimentazioni svolte all'interno del Dipartimento di Ingegneria dei Sistemi Edilizi e Territoriali (DISET) del Politecnico di Torino svolte in collaborazione con il Servizio Edilizia del medesimo Ateneo, nonché le positive ricadute che tali innovazioni comportano in campo accademico.

Nowadays trade practice increasingly requires more and more specific skills and extremely tight deadlines; this reveals the taste to orient software technologies to a more conscious use, aiming at procedural strategies for the use of shared platforms. This paper will trace a brief outline about the capabilities of the new methodologies - the parametric design - through the description of recent testings conducted at the Department of Building Engineering and Territorial Systems (DISET) of the Politecnico di Torino, carried out in collaboration with the Building Service of the same university, having a look at the positive impact that these developments will mean for the academic field.

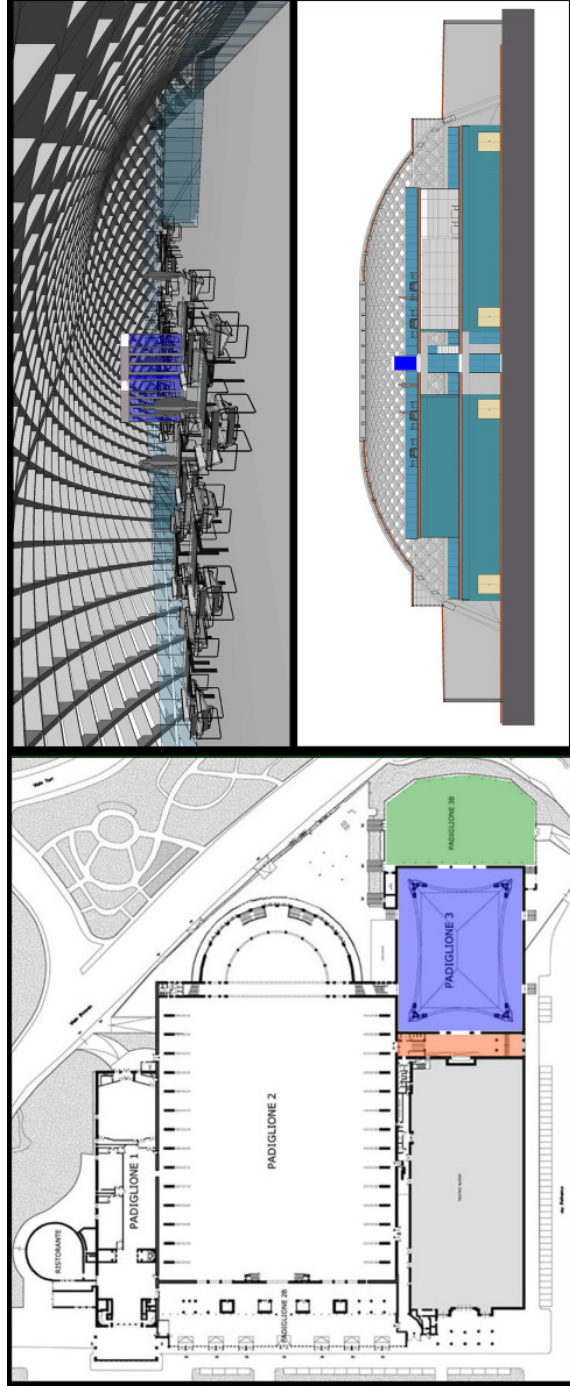


1. Prime elaborazioni volumetriche per future residenze universitarie. Autori: M. Lo Turco, G. Cangialosi.

L'industria delle costruzioni sta attraversando un periodo storico in cui la pratica professionale richiede sempre più specifiche competenze e tempistiche estremamente serrate, si palesa la tendenza ad orientare le tecnologie software verso un loro utilizzo più consapevole e strutturato, in una continua ricerca di strategie procedurali per l'utilizzo di piattaforme condivise. Al contempo, il mercato si adegua proponendo un elevato numero di applicativi nati per risolvere le diverse specificità. Lo stesso termine *parametro*, da cui derivano parte delle riflessioni contemute nel presente volume, si caratterizza in funzione del contesto di applicazione; arbitraria, richiamata in sistemi, formule ed equazioni, in ambito progettuale esso può quindi fare un po' di chiarezza all'interno di questa "babele informatica": a differenza dei software parametrici, i software ad oggetto presentano maggiori affinità con la progettazione architettonica, in cui le librerie interne a disposizione sono infatti suddivise per tipologie di elementi edilizi. Esistono pertan-

to applicativi in cui il *parametro* è al centro di un sistema di relazioni dimensionali associative ed è reso flessibile da procedure che agevolano non soltanto la concezione formale, ma anche le dinamiche legate alle successive fasi costruttive, fertile terreno per la sperimentazione di codici di programmazione. In altri scenari lo stesso termine è sotteso al controllo di un certo numero di variabili (non soltanto geometrico-relazionali) che consentono di governare un particolare processo (progettuale, costruttivo, gestionale,...). In informatica, il *parametro* è un valore che una funzione si aspetta di ricevere per eseguire il suo lavoro. In altre parole la funzione, lo stesso programma ed il sistema operativo *si aspettano* (valori) e *vogliono sapere* (cosa fare) perché il programmatore ha espressamente previsto che vengano assunte informazioni in tal senso, ha cioè previsto il passaggio di parametri. Nel contesto diffuso del software di progettazione, in molti casi la costruzione di relazioni e la generazione di oggetti mediante procedure di modellazione è affidata ad una programmazione predisposta all'interno delle singole applica-

zioni, denominata *scripting*: un linguaggio di programmazione inserito in un software che permette di lavorarci dall'interno, personalizzando gli strumenti e creandone di nuovi. Tali strumenti hanno fornito ai progettisti funzioni in precedenza inaccessibili (se non attraverso operazioni complesse e dedicate) potenziando non soltanto le procedure di modellazione, ma di fatto anche la possibilità di utilizzare formati comuni per la condizione delle informazioni [2]. Recentemente le grandi software house in possesso di una vasta gamma di applicazioni si stanno attrezzando in tal senso, attuando politiche di convergenza dei diversi prodotti all'interno di un'unica linea commerciale. Lo scopo di questa operazione è abilitare l'interoperabilità all'interno dei singoli prodotti, al fine di ridurre le barriere di entrata per i potenziali clienti e aumentare le potenzialità in uscita. Sia i software parametrici che i software ad oggetto [3] tendono a questo obiettivo comune, perseguendo strade parallele: per i primi si assiste (riferendosi alle firme più autorevoli in campo internazionale) alla definizione di nuovi processi operativi in cui il



2. Studi di fattibilità per la conversione di alcuni padiglioni di Torino Esposizioni in spazi per attività didattica. Autori: M. Lo Turco, G. Cangioli.

professionista lavora a stretto contatto con i programmatori, creando di volta in volta applicativi personalizzati e costituendo forme professionali inedite come quelle dei primi gruppi computazionali", dediti alla ottimizzazione e alla gestione di geometrie mediante una modellazione digitale accurata di precisione: dallo *Specialist Modelling Group*, all'interno di *Foster and Partners*, fino alla *Advanced Geometry Unit*, fondata all'interno di Arup da Cecil Balmond, ingegnere noto per le collaborazioni con architetti in cui la ingegnerizzazione è strettamente collegata alla concezione architettonica: da Rem Koolhaas a Toyo Ito, solo per citarne alcuni. Le simulazioni al computer permettono di sperimentare soluzioni alternative in modo più veloce e accurato rispetto ai metodi tradizionali. Le funzioni di *scripting*, nelle loro diverse declinazioni, aprono di fatto un possibile bilancio tra funzioni programmate ex novo ad opera di personale dedicato e un altrettanto sapiente utilizzo di funzioni esistenti personalizzabili. Non esiste un confine netto tra i

due approcci, tantomeno è corretto pensare ad una rigida separazione tra applicativi strutturati sulla base di codici di programmazione dedicati, ed applicativi che si distinguono per un'organizzazione razionale ed avanzata dello strumento informatico. Per i software *rule-based* applicati al settore della progettazione architettonica, l'utilizzo più consapevole degli agenti software consente, come si diceva prima, la personalizzazione di alcune procedure, in una costante ricerca di metodologie condivise per l'organizzazione delle informazioni che il sistema è in grado di gestire. In un momento storico di transizione, un discorso simile è altrettanto valido per i software ad oggetto, ove sono considerate sempre più preziose (e ricercate) figure professionali che, oltre a fornire competenze professionali nei settori disciplinari in cui si sono formati, possono costituire un punto di riferimento per l'adozione di procedure e strategie volte all'organizzazione del lavoro d'equipe. Non è un caso che si senta spesso parlare di BIM manager, figure di riferimento

che hanno il delicato ruolo di coordinamento e ottimizzazione di quelle procedure che costituiscono il core *business* di un approccio multidisciplinare.

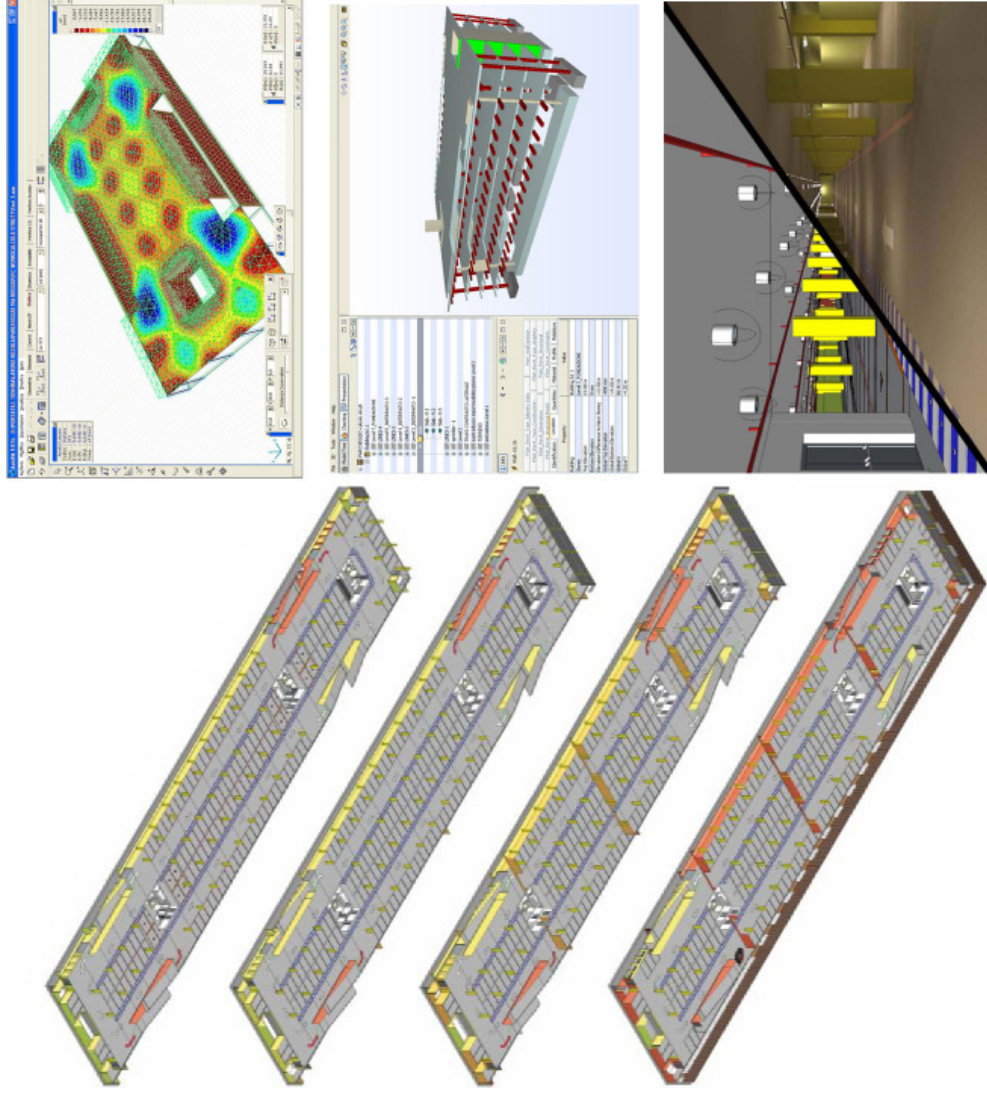
Riferendosi al panorama nazionale, ove le testimonianze autorevoli sull'adozione delle nuove tecnologie sono ancora rare e riluttanti, l'impatto con le nuove tecnologie è semplicemente procrastinato di qualche anno. Si attende quindi l'instaurarsi di un processo emulativo che conduca ad una rapida espansione dei prodotti e della necessaria "cultura" di progettazione parametrica condivisa, che agevoli l'affermazione di nuove forme di gestione del lavoro, attraverso ambienti collaborativi ancora poco praticati in Italia [4]. Gli esempi che seguono intendono tracciare un quadro sintetico circa la potenzialità delle nuove frontiere del disegno di progetto informatizzato - il disegno parametrico - e delle sue capacità di influire sui processi progettuali stessi, attraverso la descrizione delle recenti sperimentazioni svolte all'interno del DISET - Dipartimento di Ingegneria dei Siste-

mi Edilizi e Territoriali [5] del Politecnico di Torino, in collaborazione con il Servizio Edilizia del medesimo Ateneo, illustrando alcuni dei più importanti progetti svolti in collaborazioni con il Servizio Edilizia del medesimo Ateneo, in una continua tensione verso strategie univoche per una collaborazione efficace ed integrata tra i diversi attori coinvolti.

Il gruppo di ricerca del DISET è attivo sui temi precedentemente descritti a partire dal 2005, anno in cui si è manifestata l'intenzione di passare dai tradizionali software di disegno assistito al calcolatore verso i nuovi strumenti di disegno parametrico, analizzando le migliori che questi strumenti implicano non solo a livello architettonico, nell'accezione più ampia di processo progettuale. Le diverse elaborazioni condotte possono quindi distinguersi secondo un differente livello di efficacia, o per meglio dire un diverso grado di maturità [6].

Nelle prime esperienze lo strumento parametrico è quindi utilizzato per una modellazione speditiva riferita alla documentazione di uno stato di fatto complesso e alle sue trasformazioni storiche o per un immediato confronto tra soluzioni progettuali differenti, declinando le nuove tecnologie al semplice ruolo di modellatore tridimensionale (con diversi gradi di dettaglio, dalle semplici masse agli oggetti parametrici). Si è presto presa coscienza della portata dello strumento parametrico: le successive elaborazioni vengono pertanto sostanziate da una stima dei computi in grado di avvalorare le scelte del progettista.

Il passo successivo consiste nella ricerca e relativa sperimentazione circa l'interoperabilità dei dati provenienti da diverse piattaforme, simulando la volontà di condividere informazioni tra i diversi attori che partecipano al processo progettuale. Interessanti test a riguardo sono stati condotti per la progettazione preliminare del parcheggio interrato presso la Cittadella Politecnica, in cui si è verificata la condivisione delle informazioni tra architettura e struttura utilizzando il formato IFC (acronimo di Industry Foundation Classes [7]), ossia un formato libero in grado



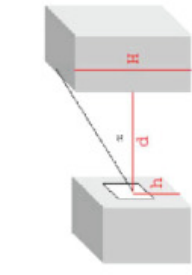
3. Progetto preliminare del parcheggio interrato presso la Cittadella Politecnica. Verifica strutturale eseguita mediante

l'utilizzo di software interoperabili. Autori del modello parametrico: M. Lo Turco, G. Cangiatosi.

Computo dei materiali muro											
Descrizione	Area (mq)	Volume (mc)	Massa volumica (kg/mc)	Peso (kg)	Riciclabile	Riciclabile (kg)	% Riciclabile	Recuperabile	Peso Recuperabile	Note chiave	
EC - Intonaco di calce e gesso	608.1	6.1	1300	7905	SI	7905	39%	SI	12	7905	MB3
EC - Lateralizzato pareti interne (1400 fig/m ²)	608.0	211.3	1400	295846	No	0	0%	SI	12	295846	MB3
EC - Malta di calce	589.5	8.0	1300	7763	SI	7763	39%	SI	12	7763	MB3
EC - Intonaco di calce e gesso	92.8	0.9	1300	1206	SI	1206	6%	SI	1	1206	MB3
EC - Lateralizzato pareti interne (1400 fig/m ²)	92.8	39.9	1400	55855	No	0	0%	SI	1	55855	MB3
EC - Malta di calce	92.8	0.9	1300	1206	SI	1206	6%	SI	1	1206	MB3
EC - Intonaco di calce e gesso	78.7	0.8	1300	1024	SI	1024	5%	SI	5	1024	mmmmm
EC - Lateralizzato pareti interne (1400 fig/m ²)	78.7	10.2	1400	14331	No	0	0%	SI	5	14331	mmmmm
EC - Malta di calce	78.7	0.8	1300	1024	SI	1024	5%	SI	5	1024	mmmmm
Totale generale	2330.1	277.0		386190		20158		SI	54	386190	

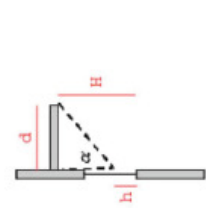
Calcolare i fattori di ombreggiamento medi (F_{ov} , F_{fin} , F_{hor}) per le esposizioni est, sud e ovest come descritto nella serie UNI TS 11300:2008.

I fattori di ombreggiamento F_{ov} , F_{fin} , F_{hor} si determinano a partire dai rispettivi angoli di ombreggiamento rappresentati nelle figure sottostanti. Calcolare gli angoli di ostruzione esterna ($\alpha_{F_{hor}}$), aggetto orizzontale ($\alpha_{F_{ov}}$) e aggetto verticale ($\alpha_{F_{fin}}$), secondo le seguenti formule:



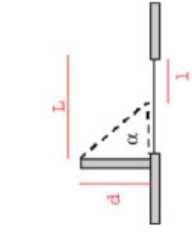
$$\alpha_{F_{hor}} = \arctg\left(\frac{H-h}{10}\right)$$

H=altezza dell'ostruzione esterna
h=distanza centro finestra terreno
d=distanza finestra-ostruzione esterna



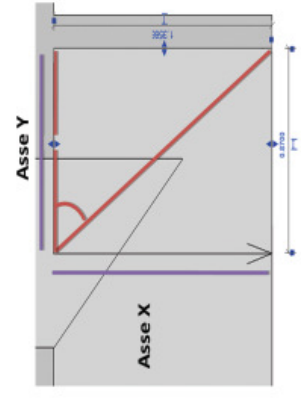
$$\alpha_{F_{ov}} = \arctg\left(\frac{d}{H-h}\right)$$

H=distanza bordo inferiore finestra intradosso aggetto orizzontale
h=altezza finestra/2
d= sporgenza aggetto orizzontale



$$\alpha_{F_{fin}} = \arctg\left(\frac{d}{L-l}\right)$$

L= distanza bordo esterno finestra lato interno aggetto orizzontale
h= lunghezza finestra/2
d= sporgenza aggetto verticale



Proprietà parametro

Nome: IT_FO_1

Disciplina: Comune

Tipologia parametro: Lunghezza

OK Annulla

Proprietà parametro

Nome: IT_FO_1

Disciplina: Comune

Tipologia parametro: Lunghezza

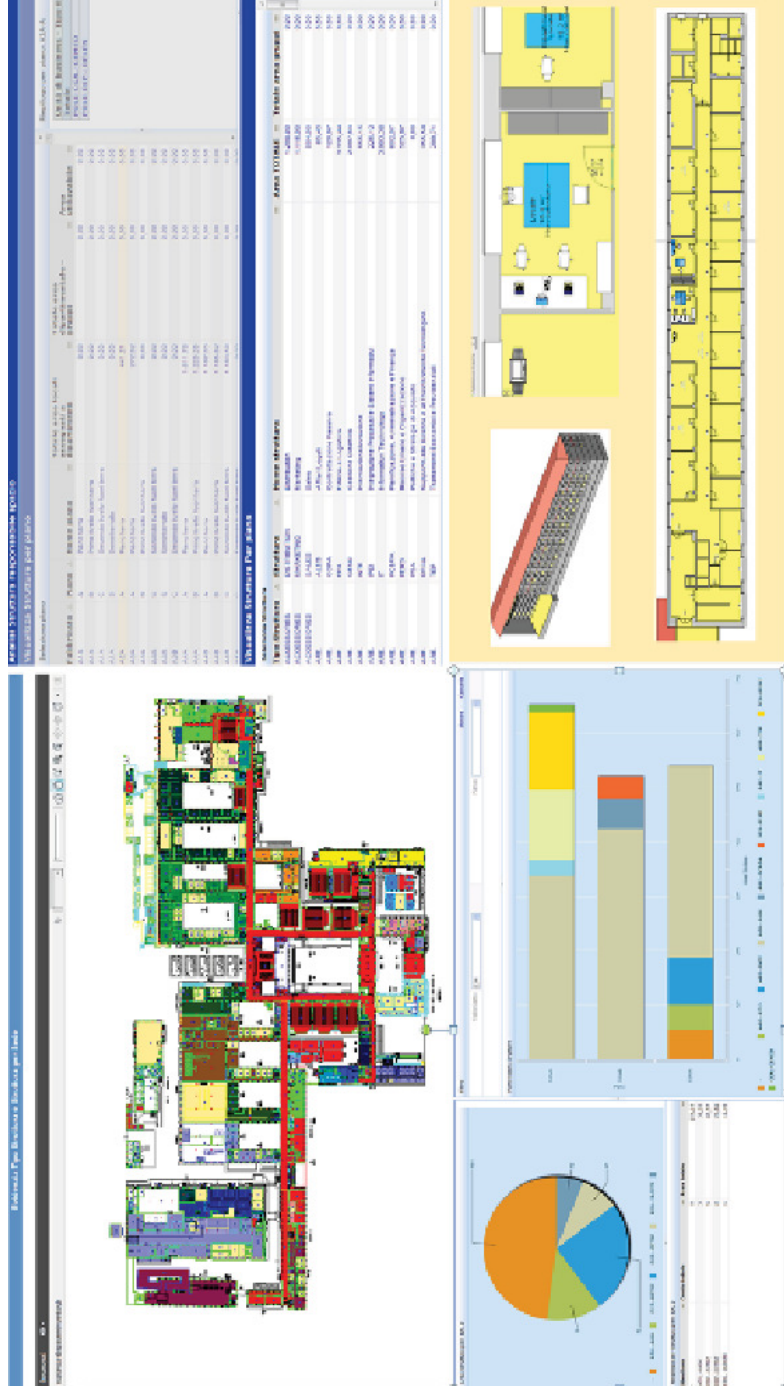
OK Annulla

Famiglia di tipo: IT_FO_1 - Parametri di calcolo

IT_FO_1 - Parametri di calcolo: 1.39 1.00 18.52°

IT_FO_1 - Parametri di calcolo: 1.39 1.00 18.52°

4. Esempificazione di alcune strategie volte alla risoluzione di alcuni criteri presenti all'interno del Protocollo Itaca. Autore: M. Lo Turco.



di tradurre le informazioni di competenza dei diversi applicativi in un linguaggio universalmente riconosciuto. Il modello parametrico inizialmente impiegato nella fase progettuale a livello preliminare, è stato poi utilizzato nelle successive fasi di controllo alla progettazione, in quanto depositario di informazioni (in questo caso numeriche) atte ad agevolare immediate verifiche dei computi metrici redate dagli affidatari della progettazione definitiva ed esecutiva.

Poiché le tematiche relative a questo specifico settore di indagine coinvolgono competenze, settori scientifici e professionalità diverse in favore di una multidisciplinarietà

sempre più diffusa, sono stati sviluppati nel corso degli anni molteplici campi di indagine attraverso l'utilizzo di sistemi integrati.

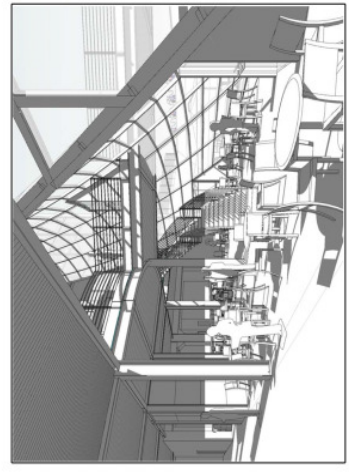
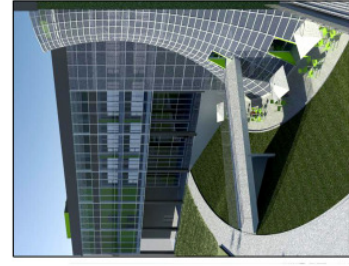
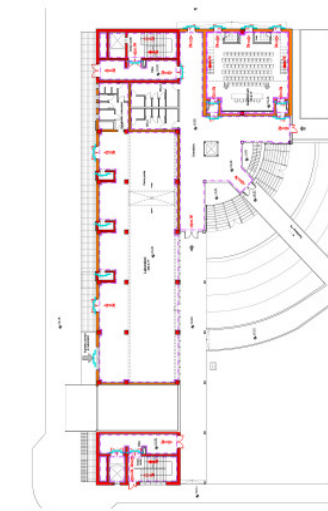
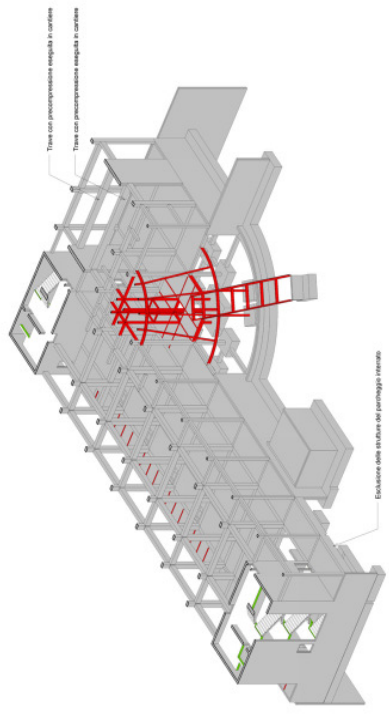
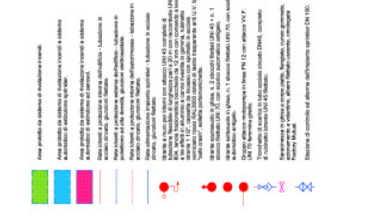
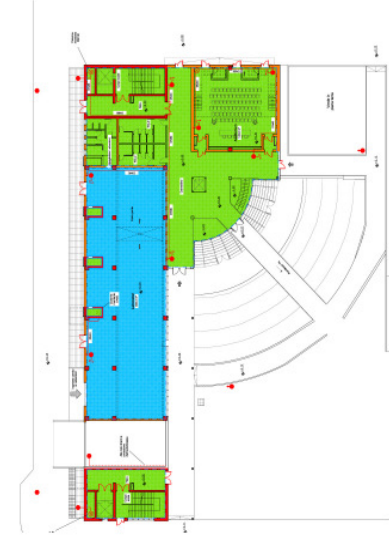
Un primo filone di ricerca applicata riguarda il concetto di interoperabilità tra software per la modellazione parametrica dell'architettura e la verifica strutturale delle scelte progettuali in favore di un'ottimizzazione dei costi sin dalla fase preliminare del progetto.

Un caso studio particolarmente significativo è rappresentato dal progetto di una passerella coperta da realizzare come elemento in acciaio e vetro per la connessione tra la sede storica di Corso Duca degli Abruzzi e la nuova manica d'approdo della Cittadella Politec-

5. Procedure di Facility Management applicate al caso studio del Politecnico di Torino. Autore: D. Dalmaso.

nica. In questo caso, una volta impostata la progettazione architettonica della passerella e collegati gli elementi costruttivi al Prezziario delle Opere Pubbliche, il computo automatico desumibile dagli abachi del software parametrico ha messo in evidenza un costo eccessivo della struttura. L'importazione del modello architettonico in un software di calcolo strutturale ha consentito una revisione del progetto in modo tale da ottimizzare gli elementi in acciaio e ridurre in maniera significativa il costo complessivo.

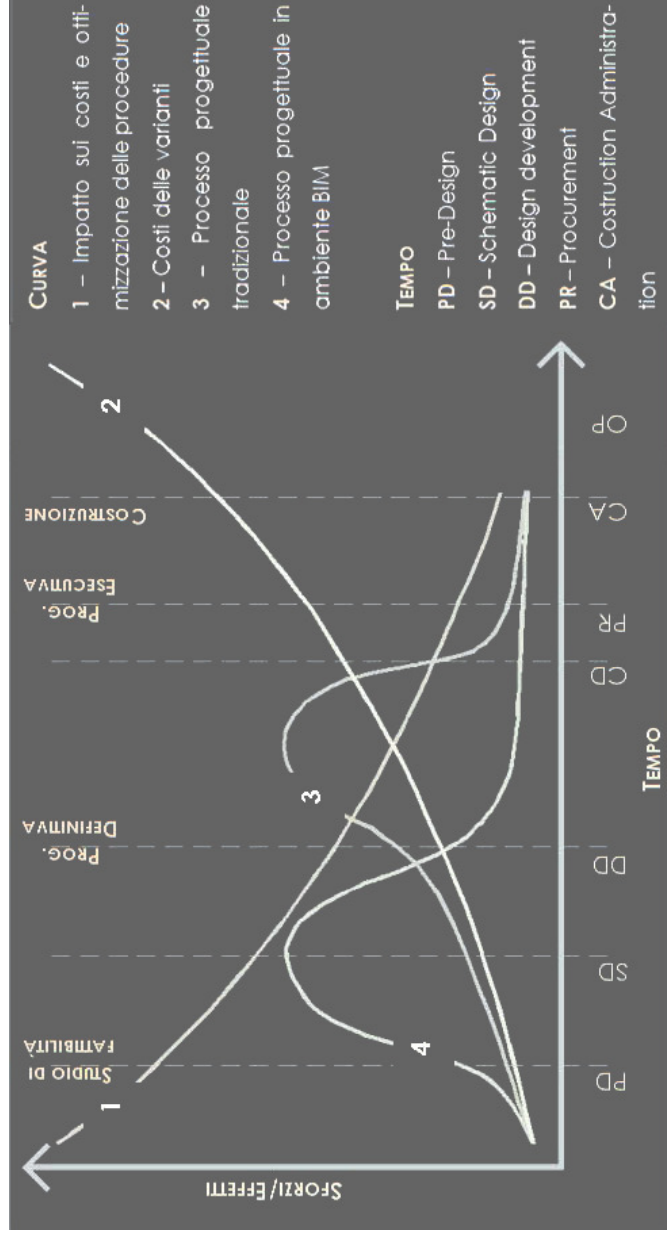
Un secondo filone di ricerca applicata posto in essere indaga le possibili relazioni tra la progettazione edilizia, rappresentata e ge-



stita nella sua totalità in ambiente BIM, ed uno strumento di valutazione per la stima del livello di sostenibilità ambientale dei manufatti [8]. In questo caso particolare l'obiettivo è quello di agevolare il lavoro di un professionista che intende condurre una progettazione o una gestione volta al miglioramento dei caratteri di compatibilità ambientale dell'edificio, facendo particolare riferimento a quei criteri che presentano maggiori affinità con gli applicativi parametrici [9]. Un terzo filone di ricerca applicata si occupa di sperimentare soluzioni innovative nella gestione degli edifici, approfondendo la conoscenza di quelle attività che vanno sotto il

nome di Facility Management come la gestione degli spazi, le attività di manutenzione, la gestione del verde, l'attività inventariata, la gestione amministrativa e fiscale, i layout di management, ecc., ancora una volta applicate al patrimonio edilizio del Politecnico di Torino. La correlazione diretta tra informazioni grafiche, (intese come visualizzazioni di proiezioni cilindriche o coniche delle componenti edilizie) e tabellari (calcolo delle s.l.p., impostazione degli abachi degli infissi ma anche quantificazione dei materiali utilizzati) implica di per sé stessa un'efficace automazione di procedure di calcolo che nella pra-

6. Progetto preliminare dell'Energy Center, in Torino: tavole tematiche, viste concettuali, schemi strutturali e render derivanti dall'interrogazione del modello parametrico. Autori: M. Lo Turco, G. Cangialosi.



7. Progetto preliminare dell'Energy Center, in Torino: tavole tematiche, viste concettuali, schemi strutturali e render derivanti dall'interrogazione del modello parametrico. Autori: M. Lo Turco, G. Cangialosi.

tica odierna vengono eseguite manualmente. L'ultimo caso studio proposto si riferisce al futuro Energy Center [10], interessante operazione progettuale finanziata su fondi europei per la realizzazione di un intervento esemplare e innovativo dal punto di vista del risparmio energetico.

L'analisi dei costi e dei tempi di realizzazione derivante dal confronto fra le differenti alternative ha permesso alla committenza di scegliere la migliore soluzione in ragione dei capitoli di finanziamento e delle tempistiche previste per l'acquisizione dei finanziamenti stessi. Solitamente in un progetto preliminare ci si limita ad una stima sommaria dei costi basata su valori parametrici espressi al metro quadro; in questo caso invece l'edificio virtuale è stato modellato nel dettaglio in modo tale da contenere praticamente tutte le specifiche relative alle stratigrafie delle

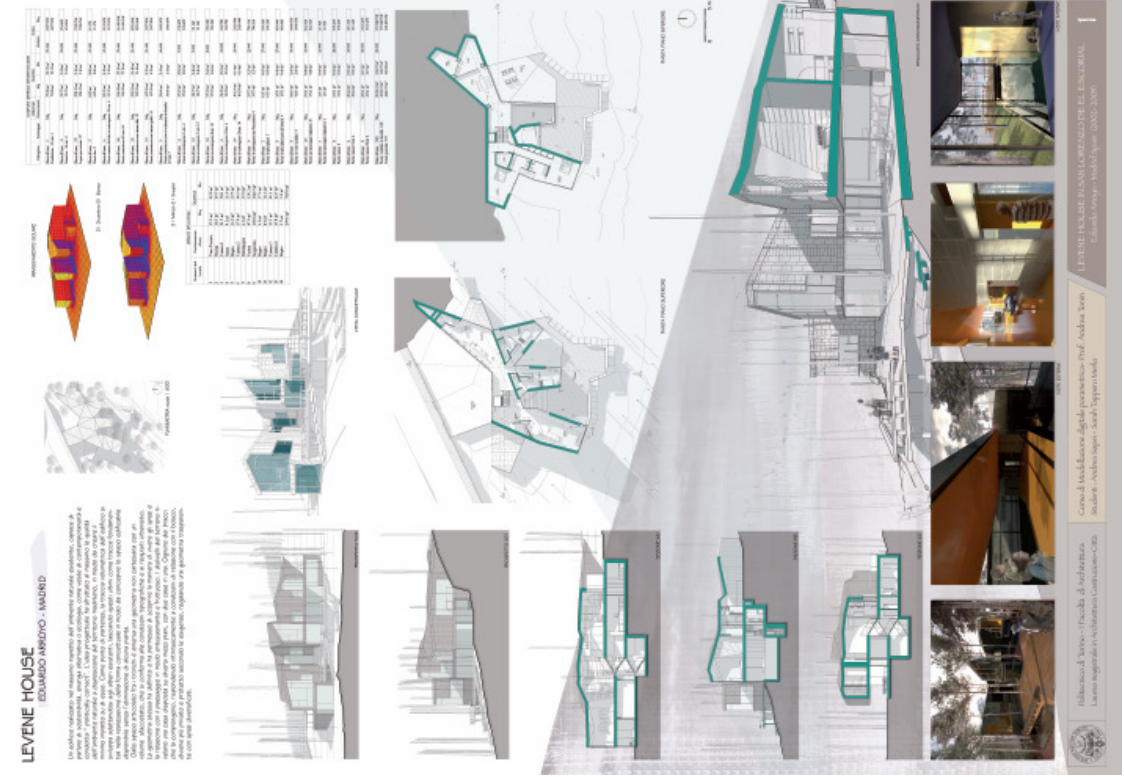
partizioni orizzontali e verticali interne ed esterne. Questo approccio risulta essere senz'altro più oneroso in termini di tempo, in quanto anticipa parte delle problematiche solitamente affrontate nelle fasi più avanzate della progettazione, ma consente di velocizzare notevolmente le procedure connesse nella stima dei costi: stima che viene quindi redatta in modo analitico, attraverso l'introduzione di opportuni parametri aggiunti al database relazionale. Il modello parametrico tridimensionale consente dunque non soltanto una pura quantificazione numerica degli elementi architettonici in progetto, ma anche operazioni connesse al cantiere quali ad esempio la quantificazione degli scavi ed il calcolo delle casserature necessarie per la realizzazione dell'opera. Riconoscendo nel concetto di multidisciplinarietà uno dei valori più forti del BIM sono state pertanto ottimizzate

le procedure per estrarre informazioni di carattere numerico relativo al computo metrico dei materiali impiegati nel progetto. Correlando velocemente le voci derivanti da opportune viste filtrate di abaco con i relativi prezzi unitari si ha una stima fedele dell'importo dei lavori per le due diverse soluzioni progettuali. Ed è in questa fase che occorre prendere le decisioni in merito alla soluzione progettuale da adottare: come si evince dalla curva di Macteamy [11] i primi step progettuali richiedono ovviamente un impegno ed un'attenzione maggiore rispetto ai tradizionali approcci progettuali, ma l'impegno viene ampiamente ripagato nel prosieguo delle attività che costituiscono un processo edilizio di qualità e di più facile controllo.

Come si evince dai casi precedentemente illustrati, la proficua collaborazione tra il Dipartimento di Ingegneria dei Sistemi Edi-



8. Gli esiti della didattica: tavole di sintesi per il corso di Disegno Automatico (studenti A. e V. Lotartaro, figura a sinistra) di seguito



sostituito con il corso di Modellazione Digitale Parametrica (studenti A. Sapei e S. Tappero Merlo), presso il corso di Laurea Magi-

strale in Architettura - Costruzione - Città, la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino. Docenti: M. Lo Turco, A. Tonin.

Politecnico di Torino - Facoltà di Architettura
Lavoro integrato in Laboratorio Costruzione-Città
Cattedra di Modellazione digitale parametrica - Prof. Andrea Vero
Realizzato in collaborazione con: ArchiApprendo
LEVENE HOUSE - EDUARDO ANDREO - IANBUO
Eduardo Andreo - Ianbuo - 2003 - 2009

NOTE

- ad esempio aspetti prestazionali, sfime economiche, prestazionali, informazioni di tipo stratigrafico o materico, solitamente applicati in ambito edilizio. Nei software parametrici vi è un controllo più mirato agli aspetti di tipo geometrico/dimensionale/relazionale.
- [4] Si confronti *Le nuove frontiere del BIM. La parola agli Atenei*, in: "Il Sole 24 ORE Cronache di un mutamento professionale, Maggioli, Rimini 2010, pag.16-17.
- [2] Converso, S., *Il progetto digitale per la costruzione. Cronache di un mutamento professionale*, Maggioli, Rimini 2010, pag.16-17.
- [3] Entrambe le tipologie di software possiedono spiccate potenzialità con quanto finora sentenziato, con qualche leggera sfumatura non in grado di operare una distinzione netta tra le due terminologie: nei software ad oggetto il termine parametro sottende un poliedrico controllo su attributi multidisciplinari, quali lizi e Territoriali del Politecnico di Torino, il Servizio Edilizia e l'area per l'Integrazione dei Processi e Sistemi Informativi del medesimo Ateneo, così come specifiche consulenze di ricerca, consentono una costante sperimentazione su casi studio reali quanto sviluppato parallelamente a livello teorico e metodologico nella ricerca.
- L'università deve essere sempre attenta alle continue innovazioni, sensibile ai costanti progressi nei diversi settori dell'edilizia e del conseguente recepimento di tale migliori da parte dei professionisti. Appare dunque chiaro il ruolo attivo della docenza universitaria [12], oggi chiamata ad un necessario aggiornamento verso continue innovazioni di carattere tecnologico-procedurale, con particolare sensibilità verso i costanti progressi nei diversi settori dell'edilizia e del conseguente recepimento di tali migliorie da parte dei professionisti. Per questa ragione il costante aggiornamento dei contenuti della didattica, come ricaduta immediata della sperimentazione nell'ambito della ricerca, è essenziale in un settore in continua evoluzione come quello legato alle tecnologie digitali. La metodologia utilizzata adotta un percorso graduale che prevede inizialmente la semplice introduzione alla modellazione parametrica, poi approfondita negli anni successivi fino ad arrivare ad applicazioni relative alla interoperabilità dei
- ing Daniele Dalmaso, ing. Antonio Paolo, ing. arch. Massimiliano Lo Turco, prof. Anna Osello, ing. Paolo Piumatti, ing. Mariapaola Vozzola.
- [6] Si fa esplicitamente riferimento allo schema classificatorio denominato Capability Maturity Model, redatto dal BIM National Standard Committee in cui si valuta la qualità dei progetti parametrici in una scala variabile da 1 a 10.
- [7] Per chiarimenti in merito al formato di condivisione delle informazioni si può far riferimento all'International Alliance for Interoperability, suddivisa nei diversi capitoli esteri, tra cui è presente da alcuni anni il Capitolo Italiano. Si confronti a tale proposito il sito: <http://www.iaaitalia.polimi.it/>.
- [8] Nello specifico si è utilizzato il Protocollo ITACA nella versione Regione Piemonte 2009.
- [9] tale riguardo si è fatto riferimento ai criteri relativi al calcolo delle percentuali dei materiali da fonti rinnovabili e recuperabili e al calcolo geometrico relativo ai diversi fattori di ombreggiamento.
- [10] Il progetto preliminare è stato redatto dal Servizio Edilizia. Referente scientifico è il prof. Filippo del Dipartimento di Energetica, a sottolineare ancora una volta lo stretto rapporto tra ricerca e professione.
- [11] Eastman, C., Liston K., Sacks, R., Teicholz, P., *BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractor*, Hardcover 2008, pag. 153.
- [12] Lo Turco, M., *Teaching BIM methodology*, in "13th Congress International de Expression Grafica Arquitectonica, CONGRESS EGA 2010". Valencia, May 26-28th 2010.
- gettazione edilizia. *Trasmissione e condivisione dei dati tra progetto architettonico e modello di calcolo strutturale. Analisi condotta sul progetto del nuovo ristorante Ferrari a Maranello*, Tesi di dottorato, Politecnico di Torino, Dottorato di ricerca in Disegno e Rilievo per la Tutela del Patrimonio Edilizio e Territoriale, XIX Ciclo 2007.
- Converso, S., *Il progetto digitale per la costruzione. Cronache di un mutamento professionale*, Maggioli, Rimini 2010.
- Eastman, C., Liston K., Sacks, R., Teicholz, P., *BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractor*, Hardcover 2008.
- Lo Turco, M., *Teaching BIM methodology*, in "13th Congress International de Expression Grafica Arquitectonica, CONGRESS EGA 2010". Valencia, May 26-28th 2010.
- Lo Turco, M., *Software interoperabili a supporto della progettazione e alla realtà aumentata nelle dissestazioni finali delle tesi*. Vengono quindi forniti agli allievi sia gli strumenti critico-culturali, sia quelli operativi: si esplorano le potenzialità dei nuovi strumenti intesi come depositari di un sistema informativo, di supporto al processo edilizio, ivi compresa la sua gestione e manutenzione, in una logica in cui il fattore tempo è considerato un parametro determinante nelle diverse fasi decisionali ed operative. In questo modo si formano nuove figure professionali in grado di essere estremamente competitivi in un mercato, quello dell'edilizia, attualmente in forte difficoltà.
- Vozzola, M., *L'utilizzo del Building Information Modeling per il disegno di progetto, la rappresentazione e la comunicazione dei dati del processo edilizio*, Tesi di dottorato, Politecnico di Torino, Dottorato di ricerca in Dottorato di Ricerca in Rilievo e Rappresentazione, Conservazione e Restauro, XXI Ciclo 2009.